

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-038245

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl.

C22C 38/00
B22F 1/00
B22F 3/02
C22C 33/02
H01F 1/053
H01F 1/06
H01F 1/08
H01F 41/02

(21)Application number : 2000-226595

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 27.07.2000

(72)Inventor : MOCHIZUKI MITSUAKI

(54) RARE EARTH ALLOY POWDER FOR PERMANENT MAGNET AND METHOD FOR MANUFACTURING RARE EARTH PERMANENT MAGNET**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method to add Co, Cu, Dy, etc. to rare earth alloy permanent magnetic powder material which can fully utilize the conventional rare earth material alloy with no change to it, achieving a high magnetic properties but causing neither generation of coarse grain growth nor reduction in coercive force when it is sintered later on.

SOLUTION: This invention relates to production methods for rare earth alloy powder and for permanent magnets using the powder. For the rare earth alloy powder, the first alloy group is defined to contain 29-33 mass % of R (the rare earth element(s) containing at least one or more of rare earth elements, including Y), 0.8-1.2 mass % of B, a combination of 0.01-0.5 mass % of Ga and 0.01-2.0 mass % of Al added for compound effect, and remainder being Fe, and the second alloy group is defined to contain 29-33 mass % of R (the rare earth element(s) containing at least one or more of rare earth elements, including Y), a combination of 0.01-0.5 mass % of Ga and 0.01-2.0 mass % of Al added for compound effect, and remainder being Fe (A part of Fe can be replaced by Co and Cu). This invention features production methods for rare earth alloy powder mixed of the first and second alloy group powders and for permanent magnets using the powder.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-38245

(P2002-38245A)

(43) 公開日 平成14年2月6日 (2002.2.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 3	C 2 2 C 38/00	3 0 3 D 4 K 0 1 8
B 2 2 F 1/00		B 2 2 F 1/00	Y 5 E 0 4 0
	3/02		R 5 E 0 6 2
C 2 2 C 33/02		C 2 2 C 33/02	J
H 0 1 F 1/053		H 0 1 F 1/08	B

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-226595(P2000-226595)

(22) 出願日 平成12年7月27日 (2000.7.27)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 望月 光明

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式

会社磁性材料研究所内

Fターム(参考) 4K018 AA27 BA18 CA04 DA11 JA02

KA45

5E040 AA04 AA19 BD01 CA01 HB06

NN01

5E062 CC05 CD04 CE04 CF01

(54) 【発明の名称】 希土類永久磁石用合金粉末および希土類永久磁石の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、Co、Cu、Dy等を添加する方法において、従来の希土類量原料合金を何ら変更することなく十分活用でき、かつ焼結時の粗大結晶粒の発生および保磁力の低下を招来せず、高い磁気特性を達成することを目的とする。

【解決手段】 本発明は、R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa 0.01~0.5mass%及びAl 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、GaとAlを複合添加してGa 0.01~0.5mass%及びAl 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末、それを用いた希土類永久磁石の製造方法である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、
第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末。

【請求項2】 CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする請求項1記載の希土類合金粉末。

【請求項3】 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする請求項1記載の希土類合金粉末。

【請求項4】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、
第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項5】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2) からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項6】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、
第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項7】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、
第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末。

【請求項8】 CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする請求項7記載の希土類合金粉末。

【請求項9】 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする請求項7記載の希土類合金粉末。

【請求項10】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGaO. 01~0.5mass%及びAlO. 01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希

土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項11】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa 0.01~0.5mass%及びAl 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、
R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGa 0.01~0.5mass%及びAl 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項12】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa 0.01~0.5mass%及びAl 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGa 0.01~0.5mass%及びAl 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項13】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末。

【請求項14】 CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする請求項13記載の希土類合金粉末。

【請求項15】 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、

第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする請求項13記載の希土類合金粉末。

【請求項16】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項17】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項18】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、
次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項19】 R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~

33mass%、硼素B0.8mass%未満、Al0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末。

【請求項20】 CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする請求項19記載の希土類合金粉末。

【請求項21】 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、

第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする請求項19記載の希土類合金粉末。

【請求項22】 R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、Al0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8mass%未満、Al0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、

次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項23】 R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、Al0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、

R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8mass%未満、Al0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2)からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、

次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【請求項24】 R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、Al0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、

R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8mass%未満、Al

0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、

第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、

次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、R-T-B(Rは希土類、Tは遷移金属など、Bは硼素)系永久磁石用合金粉末と、これを用いたR-T-B系永久磁石の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】今日、R-T-B系永久磁石は各種家電製品、情報通信機器、コンピュータ周辺機器、各種モータといった幅広い分野で使用され、これら製品群の小型化、高速化および使用環境の拡大に合わせて、用いられる磁石も、磁気特性、耐熱性、耐食性の更なる向上が望まれている。

【0003】R-T-B系永久磁石は、原料合金を溶解し、得られたインゴットを粉砕、成形、焼結、熱処理、加工して製造される。粉砕はボールミル等を用いた湿式粉砕も可能であるが、不活性高压ガスを用いたジェットミル粉砕が一般的である。このようにして得られる微粉は極めて活性であるため、ジェットミルの粉砕気流中に微量の酸素を混合して安定化を図ったり、または鉱物油などに微粉を回収する方法が採られている。磁場中で行なう成形は、乾式成形、湿式成形いずれも用いられている。焼結は、1000℃~1150℃の温度範囲で真空中あるいは不活性ガス中で行われ、次いで得られた焼結体は適当な温度で1回または複数回の熱処理を施すのが一般的である。

【0004】R-T-B系永久磁石は、当初は耐食性、耐熱性が低いという問題があったが、添加元素の検討、メッキ等のコーティング技術の発展により著しく改善されてきた。また、磁石素材そのものの耐食性改善も、コーティング後の信頼性を高める上で極めて重要であり、種々の添加元素が検討されている。これらの添加元素としてCo、Dyといった元素が一般的に用いられている。Coはキュリー温度を上昇させ温度特性を改善し、またリッチ相をR₃Co金属間化合物とすることにより耐食性を改善する。Dyは主相の異方性磁界H_Aを増加させることにより保磁力を向上させる。さらにCu、Ga、Alといった微量添加元素も用いられている。CuはCoと複合添加することにより最適熱処理範囲を広げ、かつ保磁力向上に寄与する(特開平1-219143)。また、Cuの添加により粒界相がR-Co-Cu金属間化合物になりCo添加のみの場合に比べ、更に耐食性が増すことが知られている。Ga、Al等の添加元

素も保磁力の向上に効果があることが知られている。

【0005】Co、Dy、Cu等の添加方法としては、原料合金の溶解段階で添加する、いわゆる1合金法と、所定組成の合金を、粗粉碎後または微粉碎後に混合する2合金法(混合法)が用いられている。2合金法では粉末の酸化防止を目的に、Co、Dyといった耐食性に寄与する元素をRリッチな合金に添加し、特に、Rリッチ合金を特定の結晶構造を持った金属間化合物とすることにより、合金粉末の耐酸化性が増すことが示されている(特開平5-182813~182816)。また、保磁力の向上に寄与する、Cu、Al、Gaなどの元素を粒界相に集中させることを意図し、これらの元素をRリッチ合金側へ添加する方法が示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】Co、Dy、Cu等の添加は耐食性、耐熱性の改善に効果があるが、1合金法を用いた場合、CoおよびCuを添加すると、高い残留磁束密度が要求されるDyの少ない組成域において、焼結時の粒成長が起こりやすく、粗大結晶粒が多く現れる傾向にある。その結果、焼結体の主相結晶粒の粒径分布が広くなり、保磁力、角型性の低下を招きやすいという問題があった。また、2合金法は高性能化の観点から大変魅力的な方法であるが、これを量産規模で実施しようすると次のような問題点があげられる。すなわち、希土類量の少ない主相合金と希土類に富んだいわゆるRリッチ合金を用意せねばならず、原料合金系の大幅な変更が求められる。また、主相合金とRリッチ合金は水素吸蔵特性が異なるために粗粉碎条件の変更が必要であり、また微粉碎性が異なるために混合粗粉をジェットミル粉碎する場合、Rリッチ合金が飛散しやすく、また微粉碎後に混合する場合は、それぞれの粉碎条件を別個最適化しなければならないだけでなく、工程が複雑になってしまう。

【0007】本発明は、Co、Cu、Dy等を添加する方法において、従来の希土類量原料合金を何ら変更することなく十分活用でき、かつ焼結時の粗大結晶粒の発生および保磁力の低下を招来せず、高い磁気特性を達成することができるR-T-B系永久磁石用合金粉末およびR-T-B系永久磁石の製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために、下記の構成を主旨とする。なお、下記

(1)~(6)は、GaとAlの複合添加効果を利用して、第2合金の硼素B添加量を実質的にゼロとした場合である。下記(7)~(12)は、GaとAlの複合添加効果を利用して、第2合金の硼素B添加量を0.8mass%未満とした場合である。また、下記(13)~(18)は、Alを単独添加して第2合金の硼素B添加量を実質的にゼロとした場合である。下記(19)~

(24)は、Alを単独添加して、第2合金の硼素B添加量を0.8mass%未満とした場合である。

(1) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末である。

(2) CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする(1)記載の希土類合金粉末である。

(3) 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする(1)記載の希土類合金粉末である。

(4) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(5) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(6) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)

29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(7) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、
10 硼素B0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末である。

(8) CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする(7)記載の希土類合金粉末である。

(9) 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする(7)記載の希土類合金粉末である。

(10) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、
40 硼素B0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(11) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2ma

ss%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、
10 硼素B0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(12) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、
20 硼素B0.8mass%未満、GaとAlを複合添加してGa0.01~0.5mass%及びAl0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(13) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、Al0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、
30 Al0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末である。

(14) CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする(13)記載の希土類合金粉末である。

(15) 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする(13)記載の希土類合金粉末である。

(16) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、硼素B0.8~1.2mass%、Al0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上)29~33mass%、Al0.

11

0.1~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(17) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(18) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、R

(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(19) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されていることを特徴とする希土類合金粉末である。

(20) CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2であることを特徴とする(19)記載の希土類合金粉末である。

(21) 前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上と、第2合金粉末が、所定組成に混合されていることを特徴とする(19)記載の希土類合金粉末である。

(22) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feか

12

らなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(23) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換し、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

(24) R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feからなる合金であって、前記Rのうち重希土類の含有量が異なる第1合金粗粉、並びに硼素B量の異なる第1合金粗粉の第1合金粉末の2種以上を第1合金とし、R(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、硼素B 0.8mass%未満、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe(Feの一部をCoおよびCuで置換したもの)からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合された希土類合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結することを特徴とする希土類永久磁石の製造方法である。

【0009】(作用) この発明は上記問題点を解決する手段として、2合金法における、Co、Cu、Dy、Bの添加方法および希土類量を検討した結果、Co、Cuを含まない従来希土類量の合金粗粉を第1合金とし、これに、第1合金と基本的に希土類量は等しく、Bを実質的に含まないか、または第1合金よりも少ない第2合金に特定比率のCo、Cuを添加し、これらの合金粗粉を混合後微粉碎、焼結することにより、従来の希土類量原料合金を何ら変更することなく十分活用でき、かつ焼結時の粗大結晶粒の発生および保磁力の低下を招来せず、耐食性、耐熱性の向上および高い磁気特性を達成することができることを見出したものである。さらに、Dy、B等の組成の異なる複数の合金粗粉を第2合金と混合する方法により、混合比を変えるだけで成分調整が容易に行なえることを見出したものである。

【0010】すなわち、この発明はR(Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、B

13

0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、残部Feおよび不可避不純物からなる合金を第1合金とし、第1合金と実質的に等しいR量、B 0.8mass%未満、Al 0.01~2.0mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) および不可避不純物からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されているR-T-B系合金粉末である。また、R (Yを含む希土類元素の少なくとも1種以上) 29~33mass%、B 0.8~1.2mass%、Al 0.01~2.0mass%、Ga 0.01~0.5mass%、残部Feおよび不可避不純物からなる合金を第1合金とし、第1合金と実質的に等しいR量、B 0.8mass%未満、Al 0.01~2.0mass%、Ga 0.01~0.5mass%、残部Fe (Feの一部をCoおよびCuで置換したもの) および不可避不純物からなる合金を第2合金とし、第1合金粉末と第2合金粉末が所定組成に混合されているR-T-B系合金粉末である。また、CuとCoの重量比がCu/Co=0.02~0.2である上記R-T-B系合金粉末である。また、重希土類量の異なる第1合金粉末2種以上と第2合金粉末が、所定組成に混合されているR-T-B系合金粉末である。更に、これらのR-T-B系合金粉末を磁場中で成形し、次いで焼結するR-T-B系永久磁石の製造方法である。

【0011】

【発明の実施の形態】この発明において、RはYを含む希土類元素の少なくとも1種以上で、Nd、Pr、Dyが好ましい。Nd、Dyのみでも良いがNd、Prの混合物をNdの代わりに用いても良い。主体となる第1合金のRは、29mass%未満では液相が不足するために焼結不良となり、33mass%を超えると残留磁束密度が低下するため、添加量は29mass%~33mass%とする。第1合金のBは0.8mass%未満ではR₂T₁₇相が出現するために保磁力が急減し、

1.2mass%を超えると非磁性相であるBリッチ相が多くなりすぎてしまい残留磁束密度が低下するので0.8~1.2mass%とする。第1合金にAlまたはAl、Gaを添加する場合、Al、Ga量はAl 0.01~2.0mass%、Ga 0.01~0.5mass%とする。Alは保磁力向上の効果を示すが、0.01mass%未満ではその効果が十分ではなく2.0mass%を超えると残留磁束密度の低下が大きく好ましくない。Gaも同様にその添加によって保磁力が向上するが、やはり0.01mass%未満ではその効果が不十分であり、0.5mass%を超えると保磁力向上の効果が飽和するとともに残留磁束密度が低下する。本発明においてGaとAlは複合添加すると、より効果的である。

【0012】第2合金のRは基本的には第1合金と等し

14

くするが、合金調達の都合やロットバラツキ等で多少ずれてもかまわない。組成範囲は第1合金と等しくR 29~33mass%とする。第2合金のB量は0.8mass%以上では、粗大粒の発生を抑制する効果が小さくなってしまい保磁力の減少、角型性の悪化を招く。したがって0.8mass%未満とするが、好ましくはBを添加しない。第2合金のGa、Alは基本的には第1合金と等しくするが、合金調達の都合やロットバラツキ等で多少ずれてもかまわない。AlまたはAl、Gaを添加する場合、組成範囲は第1合金と等しくAl 0.01~2.0mass%、Ga 0.01~0.5mass%とする。なお、本発明においてGaとAlは複合添加すると、より効果的である。第2合金のCo、Cuの添加量は特に限定されず、最終組成における添加量と配合比の関係から設定でき、最終組成における添加量は用途、目的に応じて設定できる。一方、第1合金に対する第2合金の配合比は、第1合金:第2合金=99:1~70:30が好ましいが、これも特に限定はされない。

【0013】CuとCoの重量比はCu/Coが0.02未満であると熱処理温度範囲を広げる効果が小さく、0.2を超えると、Coが2mass%程度のごく一般的な組成において、残留磁束密度の低下、角型性の低下を招く。したがってCu/Co=0.02~0.2とする。

【0014】本発明における第1合金粗粉は単一組成のものに限らない。すなわち、Dy、Tbなどの重希土類量が異なる第1合金粗粉、更にB量の異なる第1合金粗粉、これら2種以上に対して、Co、Cuの添加された第2合金粗粉を配合し混合しても良い。この場合、DyやBの調整は配合比を変えるだけで簡単に行なうことができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を示し、本発明の内容を詳細に説明する。

(実施例1) Nd 25.3mass%、Pr 7.0mass%、B 1.0mass%、Al 0.07mass%、残部Feよりなる合金をストリップキャスト法で铸造した。この合金を処理容器に装入し、真空中で1000℃×2hの熱処理を施した後、水素吸蔵法により解砕して原料粗粉とした(表1記載、合金A)。また、Nd 18.6mass%、Pr 5.2mass%、Dy 8.5mass%、Co 20mass%、Cu 1mass%、Al 0.07mass%、残部Feからなる合金も同様にして原料粗粉とした(表1記載、合金I)。この2種類の合金粗粉を合金A 90mass%、合金I 10mass%の割合でV型混合機に投入し、15分間混合した。この混合粗粉を窒素高圧ガスを用いたジェットミルにて、平均粒径4.7μmとなるように粉碎した。得られた混合微粉を0.6MA/mの磁場中で配向させながら、1.0Ton/cm²の圧力で成形した。得られた成形体

は、真空中にて1060℃、1080℃、または1100℃×2時間の焼結を行なった。次いで、これらの焼結体は、Ar雰囲気中で900℃×1時間の熱処理を施した後、さらに480℃×1時間の熱処理を施した。焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定した。最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。磁気特性は良好な値が得られ、このとき焼結温度は1100℃であり、また粗大粒などは見られなかった。

【0016】(比較例1)本実施例の最終組成である、Nd 24.6mass%、Pr 6.85mass%、Dy 0.85mass%、B 0.9mass%、Co 2mass%、Cu 0.1mass%、Al 0.07mass%、残部Feよりなる合金をストリップキャスト法で铸造し、実施例1と同様に粉碎、焼結、熱処理を行なった。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。1060℃、1080℃、1100℃のうち最適な焼結温度は1080℃であったが、Hcjが実施例1よりも低く、また粗大粒が観察された。また、1060℃の試料は明らかに焼結不足であった。

【0017】(比較例2)表1に示した合金Rと合金Sを用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Co、Cuは両合金に一樣に添加し、Dyは合金Sに添加した。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。Hcjが実施例1よりも低く、また粗大粒が観察された。

【0018】(比較例3)表1に示した合金Cと合金Qを用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Dy、Co、Cuは合金Qに添加し、Bは両合金とも一樣に添加した。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。Hcjが実施例1よりも低く、また粗大粒は比較例1、2より少ないが観察された。

【0019】(実施例2)表1に示した合金Aと合金Kを用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Dy、Co、Cuは合金Kに添加しBは0.4mass%とした。合金Kは本発明の第2合金である。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。磁気特性は実施例1と同様に良好な値が得られ、このとき焼結温度は1100℃であり、また粗大粒などは見られなかった。

【0020】(実施例3)表1に示した合金Aと合金L

を用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Dy、Co、Cuは合金Lに添加しBは0.7mass%とした。合金Lは本発明の第2合金である。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。磁気特性は実施例1と同様に良好な値が得られ、このとき焼結温度は1100℃であり、また粗大粒などは見られなかった。

【0021】(実施例4)表1に示した合金Bと合金Cと合金Iを用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Dy、Co、Cuは合金Iに添加しBは無添加とした。合金Iは本発明の第2合金である。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。磁気特性は実施例1と同様に良好な値が得られ、このとき焼結温度は1100℃であり、また粗大粒などは見られなかった。

【0022】(実施例5)表1に示した合金Bと合金Cと合金Dと合金Jを用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Co、Cuは合金Jに添加しBは無添加とした。合金Jは本発明の第2合金である。Dyは本発明の第1合金の一つである合金Dにより添加した。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。磁気特性は実施例1と同様に良好な値が得られ、このとき焼結温度は1100℃であり、また粗大粒などは見られなかった。

【0023】(比較例4)表1に示した合金Tと合金Uを用いて実施例1と同様に粗粉碎し、最終組成となるよう混合後、微粉碎、焼結、熱処理を行なった。ここで、Dy、Co、CuはRリッチな合金Uに添加しBは無添加とした。合金Uは本発明の第2合金ではない。得られた焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定し、最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表1に示す。磁気特性は実施例1と同様に良好な値が得られ、このとき焼結温度は1100℃であり、また粗大粒などは見られなかった。この結果から、実施例1～5で得られる磁気特性は、従来の2合金法(比較例4)と同等のものであることが分かる。

【0024】(実施例6～10、比較例5～8)第1合金A～D、第2合金I～L、比較用合金P～Uの組成において、Gaを0.1mass%添加した合金を新たに作製し、第1合金A'～D'、第2合金I'～L'、比較用合金P'～U'とした。実施例1～5、比較例1～4と同様の方法で焼結体を作製し、焼結体の外観を観察後、磁気特性を測定した。最も角型性の高い場合の磁気特性、焼結温度および外観観察の結果を表2に示す。最

適焼結温度、粗大粒の外観に関しては表 1 の結果と同様であるが、Hc_j の水準は 0.2 MA/m 程度向上することが確認できる。Ga の複合添加効果が出ている。 *

*【0025】

【表 1】

		組 成 (mass%)							
		Nd	Pr	Dy	TRE	B	Co	Cu	Fe
第1合金	A	25.3	7.0	0	32.3	1.00	0	0	bal.
	B	25.2	7.0	0	32.2	1.07	0	0	bal.
	C	25.3	7.0	0	32.3	0.90	0	0	bal.
	D	11.9	3.3	17.0	32.2	1.07	0	0	bal.
第2合金	I	18.6	5.2	8.5	32.3	0	20	1	bal.
	J	25.3	7.0	0	32.3	0	20	1	bal.
	K	20.8	5.7	5.7	32.2	0.4	13.3	0.67	bal.
	L	23.1	6.4	2.8	32.3	0.7	6.7	0.34	bal.
比較合金	P	24.6	6.85	0.85	32.3	0.90	2	0.1	bal.
	Q	18.5	5.2	8.5	32.2	0.90	20	1	bal.
	R	25.3	6.9	0	32.2	0.90	2	0.1	bal.
	S	12.0	3.3	17.0	32.3	1.07	2	0.1	bal.
	T	23.8	6.6	0	30.4	1.03	0	0	bal.
	U	30.1	8.4	7.2	45.7	0	16.9	0.85	bal.
最終組成		24.6	6.85	0.85	32.3	0.90	2	0.1	bal.

Al:0.06~0.08mass%

	配合(合金×配合率)	Br (T)	Hc _j (MA/)	Hk/Hc (%)	最適焼 温度	粗大粒 外観
実施例	A×0.9+I×0.1	1.36	1.17	98.3	1100	○
比較例	P	1.35	1.01	98.1	1080	×
比較例	R×0.95+S×0.05	1.35	1.0	98.2	1080	×
比較例	C×0.9+Q×0.1	1.35	1.03	98.1	1080	△
実施例	A×0.85+K×0.15	1.35	1.16	98.0	1100	○
実施例	A×0.7+L×0.3	1.36	1.16	97.8	1100	○
実施例	B×0.53+C×0.37+I×0.1	1.35	1.17	98.2	1100	○
実施例	B×0.5+C×0.35+D×0.05+J	1.36	1.17	98.4	1100	○
比較例	T×0.88+U×0.12	1.36	1.18	98.1	1100	○

○:なし △:あり ×:多し

【0026】

【表 2】

	配合(合金×配合率)	Br (T)	Hc _j (MA/)	Hk/Hc (%)	最適焼 温度	粗大粒 外観
実施例	A'×0.9+I'×0.1	1.35	1.38	98.4	1100	○
比較例	P'	1.34	1.21	97.9	1080	×
比較例	R'×0.95+S'×0.05	1.35	1.22	97.9	1080	×
比較例	C'×0.9+Q'×0.1	1.35	1.25	98.4	1080	△
実施例	A'×0.85+K'×0.15	1.35	1.37	98.2	1100	○
実施例	A'×0.7+L'×0.3	1.35	1.35	98.1	1100	○
実施例	B'×0.53+C'×0.37+I'×0.1	1.35	1.38	98.4	1100	○
実施例	B'×0.5+C'×0.35+D'×0.05+	1.36	1.37	98.4	1100	○
比較例	T'×0.88+U'×0.12	1.35	1.38	98.4	1100	○

○:なし △:あり ×:多し

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、Co、Cu、Dy等を添加する方法において、従来の希土類量の原料合金を何

ら変更することなく十分活用でき、かつ焼結時の粗大結晶粒の発生および保磁力の低下を招来せず、高い磁気特性を達成することができる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷H01F 1/06
1/08

識別記号

F I

H01F 41/02
1/04

7-コード(参考)

G
H

(11)

41/02

1/06

特開 2002-38245

A